



پژوهی کشاورزی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

صفحه‌های ۱۳-۲۵

شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد کلزا با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد

شهرام سخاوتی فر^۱، علی راحمی کاریزکی^{۲*}، علی نجف زری مقدم^۳، مهدی ملاشahi^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گند کاووس، گند کاووس، ایران.

۲. استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گند کاووس، گند کاووس، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۰۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲

چکیده

درک پتانسیل عملکرد و فاصله موجود بین عملکرد واقعی گیاهان زراعی با عملکرد قابل دستیابی برای تشخیص عوامل محدودکننده عملکرد ضروری است. برای شناخت محدودیت‌های مدیریتی تولید در گیاه کلزا، بررسی‌های در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ در ۵۰ مزرعه انجام شد. این مطالعه در دهستان زاوکوه شهرستان کالله که یکی از مناطق اصلی کشت کلزا در استان گلستان است، صورت گرفت. همه داده‌های مدیریتی مزارع پس از ثبت با استفاده از رگرسیون گام به گام و روش CPA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با استفاده از مدل تولید و مقادیر پارامترهای مدل سهم هر یک از محدودیت‌ها در ایجاد خلاً عملکرد مشخص شدند. میزان خلاً عملکرد بر پایه اختلاف بین عملکرد قابل دستیابی و عملکرد میانگین کشاورزان در منطقه به دست آمد. نتایج نشان داد بین متوسط عملکرد واقعی (۲۳۰.۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد قابل حصول (۴۱۲۳ کیلوگرم در هکتار)، ۱۸۱۸ در هکتار خلاً وجود دارد. مهم‌ترین فاکتورهای خلاً عملکرد برای منطقه موردمطالعه شامل مساحت مزرعه تحت مدیریت کشاورز با ۲۱/۴ درصد، عدم شخم تابستانه با ۱۵ درصد، زمان تهیه زمین و شخم با ۱۴/۷ درصد، عدم مصرف بهینه کود نیتروژن ۱۴/۶ درصد، عدم مصرف بهینه کود پتانسیم با ۱۴ درصد، تراکم علف‌های هرز در واحد سطح ۱۰/۸ درصد، ضد عفنونی بذر با حشره‌کش‌ها ۸/۱ درصد و زیر شکن با ۱/۴ درصد می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: خلاً عملکرد، عملکرد قابل حصول، عملکرد واقعی، کلزا، مدیریت زراعی.

Identifying Oilseed Rape Limiting Factors by Means of Performance Comparison Analysis

Shahram Sekhavatifar¹, Ali Rahemi Karizaki^{2*}, Ali Nakhzari Moghaddam², Mehdi Mollashahi²

1. M.Sc. Student, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

2. Assistant Professor, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

Received: June 23, 2019

Accepted: September 28, 2019

Abstract

It is necessary to understand the performance potential and the gap between the actual yields of crops with the achievable function so as to diagnose the limiting factors of performance. The present study has been conducted based on CPA Method in 50 fields of Zavkooh villi (Kalaleh, Golestan, Iran) in 2016 and 2017. The study has measured and recorded all information related to management practices, soil characteristics, and farmer socio-economic status. Furthermore, using stepwise regression, the Comparative Performance Analysis (CPA) Method considers the relation between the variables and yield, with the yield gap rate as well as its causes being estimated to reveal each factor's contribution to the creation of the yield gap. Results show that there is a 1818 kg per hectare vacuum between the average real yield (2308 kg ha⁻¹) and the yieldable one (4123 kg ha⁻¹). Accordingly, the most important factors of yield gap in the region include field size (21.4%), summer plowing (15%), the time of land preparation and plowing (14.7%), nitrogen fertilizer (14.6%), potassium fertilizer (14%), weed density per unit area (10.8%), seed treatment (8.1%), and Sub-soiler (1.4%).

Keywords: Actual yield, attainable yield, crop management, rapeseed, yield gap.

پارامترهای مدل، سهم هر یک محدودیت‌ها در ایجاد خلاً عملکرد مشخص می‌گردد (De Bie, 2000). پژوهش‌گران به منظور تعیین خلاً عملکرد گندم و تعیین عوامل محدودکننده عملکرد و سهم هر یک از آنها در ایجاد خلاً عملکرد، براساس اطلاعات جمع‌آوری شده مربوط به مدیریت زراعی گندم در استان گلستان در دو سال زراعی ۹۲-۹۳ و ۹۳-۹۴ در سه شرایط مزرعه‌ای دیم کم‌بازدۀ، دیم پر محصول و آبی با استفاده از روش CPA خلاً عملکرد گندم را ۶۰، ۵۰ و ۵۱ درصد تخمین زدند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد با مدیریت صحیح مزارع و در نظر گرفتن عوامل خلاً عملکرد می‌توان عملکرد گندم در استان گلستان را در مزارع دیم کم‌بازدۀ در حدود ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و در مزارع دیم پرمحصول و آبی در حدود ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به عملکردهای فعلی کشاورزان افزایش داد (Hejarpoor *et al.*, 2017).

پژوهش‌گران در ارزیابی عوامل‌های مدیریتی محدودکننده عملکرد کلزا در شرق استان گلستان با استفاده از روش CPA به این نتیجه رسیدند که با مدیریت و کاربرد بهینه کود نیتروژن و گوگرد، مدیریت علف‌های هرز و بیماری‌ها و همچنین رعایت کاربرد مطلوب بذر و تاریخ کشت در کثار انتخاب رقم‌های مناسب و انجام ضدغونه بذر می‌توان عملکرد کلزا را تا ۳۳۸۲ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (Abravan *et al.*, 2016).

پژوهش‌گران در تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد سویا در شرایط گرگان و علی‌آبادکنول با استفاده از روش CPA و مدل عملکرد، میانگین و بیشینه عملکرد را به ترتیب ۲۹۱۸ و ۴۸۲۰ کیلوگرم در هکتار برآورد کردند و در این مدل کل خلاً عملکرد برآورده شده ۱۸۷۱ کیلوگرم در هکتار بود (Nehbandani *et al.*, 2016).

وجود خلاً عملکرد به این مفهوم است که پتانسیل بیشتری برای بهبود عملکرد وجود دارد (Egli &

۱. مقدمه

کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) از خانواده Brassicaceae و یکی از مهم‌ترین منابع روغن گیاهی در جهان می‌باشد. افزون بر تولید روغن، برگ‌ها و ساقه‌های این گیاه به‌دلیل دارای بودن فیبر کم و پروتئین زیاد، علوفه‌ای با کیفیت خوب تولید می‌کند و می‌تواند در غذای دام منظور شود (Banuelos *et al.*, 2002).

آنالیز خلاً عملکرد یک تخمين کمی از امکان افزایش در طرفیت تولید غذا برای یک ناحیه مشخص را فراهم می‌آورد که یک جزء مهم در طراحی راهبردهای تأمین غذا در مقیاس منطقه‌ای، ملی و در سطح جهانی است (Hejarpoor *et al.*, 2015). آگاهی از مدیریت محصول برای تولید غذا یکی از وظایف اصلی مدیران کشاورزی و کشاورزان است. مدیریت نادرست موجب می‌شود که در بسیاری از شرایط عملکردی که برداشت می‌شود (واقعی)، فاصله قابل توجهی (خلاً) با آنچه که می‌توان برداشت کرد (پتانسیل) داشته باشد گیاهان زراعی در کشور ما اختلاف بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل حصول (خلاً عملکرد) می‌باشد. بنابراین شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد و خلاً عملکرد بسیار حائز اهمیت است. تمام سعی و تلاش پژوهش‌گران در جهت افزایش تولید در واحد سطح می‌باشد که این امر از طریق کاهش خلاً عملکرد بین عملکرد واقعی و پتانسیل عملکرد و معرفی ارقام با تولیدی بالاتر صورت می‌گیرد (Chaudhary, 2000).

روش تحلیل مقایسه کارکرد^۱ (CPA) یکی از روش‌هایی است که برای کمی کردن خلاً عملکرد استفاده می‌شود. در روش CPA با استفاده از رگرسیون چندگانه و با روش گام به گام محدودیت‌های عملکرد و در نهایت مدل تولید تعیین می‌شود. با استفاده از مدل تولید و مقادیر

1. Comparative Performance Analysis

بزرگی کشاورزی

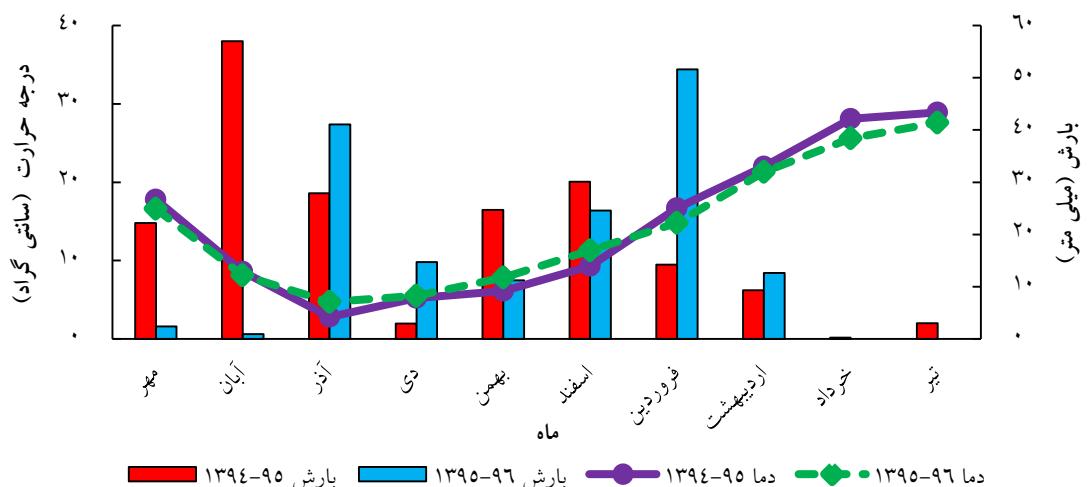
شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد کلزا با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد

حدود ۸۰ درصد آن دیم می‌باشد. منطقه موردمطالعه، دهستان زاوکوه در بخش پیشکمر با موقعیت ۵۵ درجه و ۳۵ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه عرض جغرافیایی است که در فاصله ۲۵ کیلومتری شهرستان کلاله قرار دارد و دارای ۲۰۳۰۲ هکتار اراضی زراعی می‌باشد که از این مقدار ۵۴۶ هکتار آبی و ۱۹۶۵۷ هکتار به صورت دیم می‌باشد. بخش اعظم بارش‌ها در استان گلستان در فاصله ماههای مهر تا اردیبهشت می‌باشد. کمترین میزان بارش در بهار و تابستان است و فصل خشک استان بر فصل تابستان منطبق می‌باشد. بیشینه بارش ماهانه در شهرها و نقاط مختلف استان به طور عمده در ماههای دی، بهمن و اسفند و گاهی در ماههای مهر، آبان، آذر، فروردین و اردیبهشت رخ می‌دهد (Abravani et al., 2016). حداقل وحداکثر دما و حداکثر بارندگی در طی فصل رشد کلزا (آبان تا خردادماه) به ترتیب ۲/۴۹ و ۳۳/۶۸ سانتی‌گراد و ۷۹/۴۸ میلی‌متر ثبت شد. میانگین تابش خورشیدی در شهرستان کلاله نیز در روز ۱۲/۸۲ مگاژول بر مترمربع در روز در طی فصل رشد کلزا در سال زراعی ۹۶-۹۵ بود (شکل ۱).

(Hatfield, 2015). بنابراین اولین گام برای تعیین خلاط عملکرد در یک منطقه معین، اندازه‌گیری پتانسیل عملکرد است. روش تحلیل مقایسه کارکرد گزینه مناسبی است که با استفاده از آن می‌توان عوامل محدودکننده عملکرد را شناسایی کرده و سپس به کاهش یا حذف این عوامل کاهنده اقدام کرد. بررسی عملکردهای سالانه از مزارع کلزا در دهستان زاوکوه شهرستان کلاله نشان داد بین متوسط عملکرد به دست آمده از مزارع کشاورزان با حداقل عملکرد به دست آمده در همان سال تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. بنابراین این تحقیق برای تعیین میزان خلاط عملکرد کلزا، شناسایی عوامل ایجادکننده آن و تعیین سهم هر یک از این عوامل در ایجاد خلاط عملکرد در دهستان زاوکوه کلاله انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

شهرستان کلاله در شرق استان گلستان در موقعیت جغرافیایی بین ۵۵ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. کل اراضی قابل کشت این شهرستان ۶۸ هزار هکتار بوده که



شکل ۱. میانگین تابش خورشیدی و دمای ماهانه شهرستان کلاله در سال زراعی ۹۴-۹۵ و ۹۵-۹۶

کود، میزان مصرفی کود پایه و کود سرک)، مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز (میزان مصرف و نوع سوم مصرفی)، مسائل مربوط به برداشت (نوع ادوات، زمان برداشت و میزان عملکرد)، این اطلاعات در قالب پرسش‌نامه جهت جمع‌آوری اطلاعات مزارع کشاورزان تهیه و در طول فصل رشد با همکاری کشاورزان تکمیل شد.

اطلاعات مربوط به گیاه زراعی در طول فصل رشد و مشکلات تولید از قبیل مشکل ورس، آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در هر مزرعه از طریق مشاهده، پرسش از کشاورزان و یا اندازه‌گیری تکمیل شد. برای تعیین میزان خلاً عملکرد و شناسایی عوامل ایجادکننده آن از تجزیه مقایسه کارکرد استفاده شد (Soltani, 2009). در این روش رابطه بین تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده (كمی و کیفی) و عملکرد با استفاده از روش رگرسیون چندگانه مورد بررسی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از واردکردن آن‌ها در نرم‌افزار Excell (2013)، داده‌های کیفی، همچون استفاده و یا بدون استفاده از گاوآهن به صورت صفر و یک کدگذاری شدند. با قراردادن اول مهرماه به عنوان مبنا برای کدگذاری تاریخ کاشت، تاریخ کاربرد کودها و سموم و دیگر عملیات زراعی و نیز با توجه به مراحل رشدی گیاه کدگذاری انجام شد. آن‌گاه این کدها به همراه دیگر داده‌های کمی در تجزیه نهایی که با نرم‌افزار SAS (۹/۲) انجام و استفاده شدند. جهت اعتبارسنجی مدل از پارامترهای جذر میانگین مربعات خطای $(RMSE)^1$ و ضریب تبیین (R^2) براساس معادلات زیر استفاده شد:

$$RMSE = \left[\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N ((Qi) - (Pi))^2 \right)^{0.5} \right] \quad \text{معادله (1)}$$

1. Root mean-squared error

کلزا در این منطقه در پاییز و به صورت دیم کشت می‌گردد. سطح زیر کشت آن با توجه به شرایط آب‌وهوا بی مغایر می‌باشد. جهت جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز برای کمی‌سازی تولید و برآورد خلاً عملکرد کلزا نیاز به انجام کار میدانی و مصاحبه شخصی با کشاورزان وجود دارد. به این منظور ۵۰ مزرعه کلزا واقع در محدوده جغرافیایی تعیین شده مورد پایش قرار گرفت. عملیات پایش در طی فصل رشد محصول به صورت هفتگی و با دقیق انجام گرفته و مشاهدات حاصل از پایش مزارع ثبت شد. مزارع انتخابی جهت پایش به گونه‌ای انتخاب شد که دارای تنوع کافی از لحاظ مکانی (جهت ایجاد تنوع در خصوصیات مزرعه مانند کیفیت خاک و وسعت مزارع) و چه از لحاظ زمانی (جهت ایجاد تنوع در عملیات تهیه بستر و تاریخ‌های کشت) و همچنین سطح معلومات و شرایط درآمدی کشاورز و در نهایت از نظر نحوه انجام عملیات باشند و تحت این شرایط، تنوع لازم در نوع روش‌های کاشت، داشت، برداشت و تکنولوژی‌های استفاده شده و سایر موارد ایجاد شد.

در این مطالعه سه گروه اطلاعات شامل اطلاعات مربوط به خاک، مدیریت مزرعه و گیاه زراعی در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ جمع‌آوری شدند. اطلاعات مربوط به ویژگی‌های خاک شامل خصوصیات فیزیکی (درصد رس، PH، شن، سیلت و نوع بافت خاک) و شیمیایی (درصد کربن آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد کربن آلی، نیتروژن کل، درصد مواد خشثی شونده) با استفاده از اطلاعات موجود در مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان حاصل شد. اطلاعات موردنیاز مربوط به مزرعه (موقعیت، جهت شیب و ...)، مدیریت زراعی شامل عملیات تهیه زمین (نوع ادوات، نوع شخم، تعداد و زمان شخم، دیسک و ...)، رقم مورداستفاده (نحوه ضد عفنونی بذور، میزان بذر و وسیله کاشت)، زمان کاشت، کود (نوع

بزرگ‌کشاورزی

شخم تابستانه (بدون انجام شخم = ۰ و اجرای شخم در تابستان = یک) Summer
Subso زیرشکن (بدون انجام زیرشکن = ۰ و انجام زیرشکن = یک) زیرشکن
Tpflow زمان تهیه زمین و شخم (تعداد روز گذشته از ابتدای مهرماه)
N1 مصرف کود سرک نیتروژن تا قبل از مرحله ساقه‌روی
Disinfect ضد عفونی بذر با حشره‌کش‌ها (عدم ضد عفونی = صفر و انجام ضد عفونی = یک)
Weed تراکم علف‌های هرز در واحد سطح (کم تا پنج بوته = صفر، متوسط تا ۱۰ بوته = یک، زیاد تا ۱۵ بوته = دو، بیش از ۱۵ بوته = سه)
Tk میزان کل مصرف کود پتاسیم (مجموع مصرف قبل از کاشت و سرک)

۳. نتایج و بحث

شکل (۲) نشان‌دهنده رابطه عملکرد واقعی مزارع و عملکرد تخمین‌زده شده توسط مدل است. رابطه ریاضی به دست آمده، در سطح احتمال یک درصد بسیار معنی‌دار ($Pr < 0.0001$) می‌باشد. جذر میانگین مربعات خطای (RMSE) برابر ۲۳۴ کیلوگرم در هکتار و ضریب همبستگی رابطه عملکرد واقعی و تخمین‌زده شده ۰/۵۷ بود. این آماره‌ها نشان داد که دقت مدل قابل قبول است و می‌تواند برای تعیین میزان خلاً عملکرد به کار گرفته شود.

۳.۱. خلاً عملکرد

مقدار کل خلاً عملکرد و سهم هر یک از عوامل محدودکننده عملکرد نسبت به آن در جدول (۱) نمایش داده شده است. متوسط و حداقل عملکرد کشاورزان در منطقه زاوکوه به ترتیب ۲۳۰۸ و ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. مدل عملکرد، حداقل عملکرد قابل حصول را ۴۱۲۳

در این معادله P_i : مقادیر پیش‌بینی شده، O_i : مقادیر اندازه‌گیری شده و n : تعداد مشاهدات است (Brisson, 2002). هرچه مقادیر RMSE به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده دقیق‌تر مدل مورد استفاده می‌باشد.

در این بخش ابتدا برای تعیین این‌که کدام متغیرها باید در مدل نهایی تولید گنجانده شوند از گزینش متغیر با استفاده از روش گام به گام^۱ استفاده شد (Rezaei & Soltani, 1998). انجام کلیه مراحل فوق با استفاده از نرم‌افزار SAS (۹/۲) انجام شد. با قراردادن متوسط مشاهده شده متغیرها (Xها) در مزارع بررسی شده در مدل عملکرد، عملکرد متوسط با مدل محاسبه گردید، سپس با قراردادن بهترین مقدار مشاهده شده متغیرها در مدل، حداقل عملکرد قابل حصول محاسبه شد. اختلاف بین این دو عملکرد به عنوان خلاً عملکرد در نظر گرفته شد.

در طی سال زراعی مورد مطالعه ۵۰ مزرعه با تنوع در سطح زیر کشت و مدیریت در شهرستان کلاله، دهستان زاوکوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه متغیرها و عوامل تولید به روش رگرسیون گام به گام مورد تجزیه قرار گرفته و مدل تولید تعیین شد. از میان متغیرهای مورد بررسی، مدل زیر با شش متغیر مستقل انتخاب شد:

$$\text{Yield} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = 2403.46 + 3.73\text{Tarea} + 310.01\text{summer} - 479.12\text{subso} - 9.15\text{tpflow} + 9.09\text{n1} + 224.73\text{Disinfect} - 178.229\text{weed} + 2.97\text{tk}$$

علائم اختصاری و ضرایب معادله فوق به شرح ذیل می‌باشند:

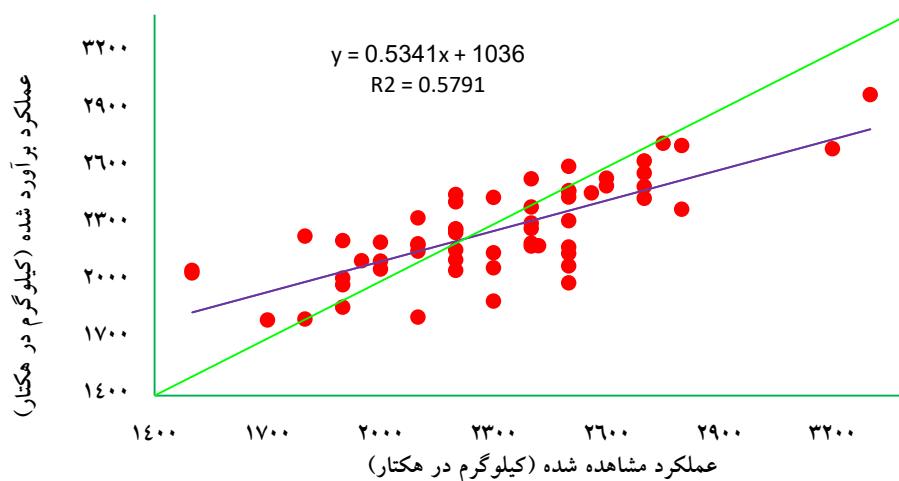
Yield: عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار
Tarea: مساحت مزرعه تحت مدیریت کشاورز (شامل کلیه سطوح زیر کشت از محصولات مختلف در سال زراعی مورد مطالعه که دارای محدوده بین یک و نیم تا ۱۲۰ هکتار برای کشاورزان مختلف بود)

1. Stepwise Selection

بزرگی کشاورزی

به آن برسند ۱۸۱۸ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد. با توجه به مقادیر عملکرد واقعی و عملکرد قابل حصول محاسبه شده، میزان عملکرد نسبی ۵۶ درصد و میزان خلاً عملکرد ۴۴ درصد برآورده شده است.

کیلوگرم در هکتار تخمین زد. کل خلاً عملکرد تخمین زده شده ۱۸۱۸ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. در واقع بین عملکرد واقعی کشاورزان و آنچه کشاورزان با مدیریت صحیح و رعایت توصیه های تحقیقاتی می توانند



شکل ۲. رابطه میان عملکرد واقعی و عملکرد برآورده شده با مدل

جدول ۱. کمی کردن خلاً عملکرد کلزا در زاوکوه

متغیرها	ضریب	میانگین مطلوب	در مزرعه	مقادیر اندازه گیری شده		مقادیر محاسبه شده		جزای خلاً	خلاً عملکرد (%)
				با مدل	میانگین مطلوب	با مدل	میانگین مطلوب		
عرض از مبدأ				۲۴۰۳/۵	۲۴۰۳/۵	۱	۱	۲۴۰۳/۵	۰
مساحت مزرعه				۴۴۷/۵	۵۷/۹	۱۲۰	۱۵/۵	۳/۷	۲۱/۴
شخم تابستانه				۳۱۰/۰	۳۷/۴	۱	۰/۱	۳۱۰/۰	۱۵/۰
زیر شکن				۰/۰	-۲۴/۸	۱	۰/۱	-۴۷۹/۱	۱/۴
زمان تهیه زمین و شخم				-۹/۱	-۲۷۷/۳	۱	۳۰/۳	-۹/۱	۱۴/۷
کود نیتروژن قبل از ساقه روی (کیلوگرم در هکتار)				۶۲۷/۵	۳۶۲/۲	۶۹	۳۹/۹	۹/۱	۱۴/۶
ضد عفنونی بذر با حشره کش				۲۲۴/۷	۷۷/۰	۱	۰/۳	۲۲۴/۷	۸/۱
تراکم علف های هرز (مترمربع)				-۱۷۸/۲	-۳۷۴/۹	۱	۲/۱	-۱۷۸/۲	۱۰/۸
کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)				۲۷۹/۵	۴۳/۰	۱۰۰	۱۴/۵	۳/۰	۱۴/۰
عملکرد واقعی		۳۳۰۰	۲۳۰۸						
عملکرد تخمین زده شده با مدل		۴۱۲۳	۲۳۰۵						
خلاً عملکرد برآورده شده		۱۰۰	۱۸۱۸						

پژوهشی کشاورزی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

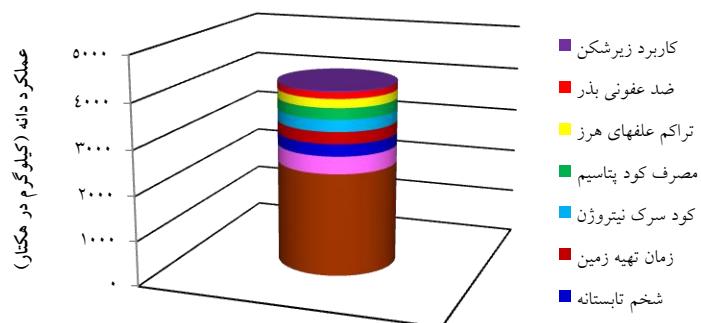
شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد کلزا با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد

به طور متوسط توسط کشاورزان تحت مدیریت قرار داشت حدوداً دو برابر و به میزان ۱۵/۵ هکتار بود. بیشترین سطح تحت مدیریت ۱۲۰ هکتار و کمترین آن یک و نیم هکتار بود. حدود نیمی از کشاورزان (۴۷ درصد) به غیر از مزرعه کلزا، زراعت دیگری را تحت مدیریت نداشتند و ۵۳ درصد کشاورزان علاوه بر کلزا محصولات دیگری نیز کشت می‌کردند. نمودار فراوانی نشان داد که بیشترین فراوانی مربوط به کشاورزان خردۀ مالک با کمتر از پنج هکتار زمین بود (شکل ۴). با بررسی نمودار فراوانی تجمعی مشخص شد که ۵۰ درصد یا نیمی از کشاورزان کمتر از ۱۰ هکتار تحت مدیریت زراعی داشته‌اند. همچنین ۹۰ درصد کشاورزان کمتر از ۳۰ هکتار را مدیریت نموده‌اند. بنابراین تنها ۱۰ درصد از کشاورزان زاوکوه بر اراضی بیش از ۳۰ هکتار کشت و کار انجام داده‌اند (شکل ۵).

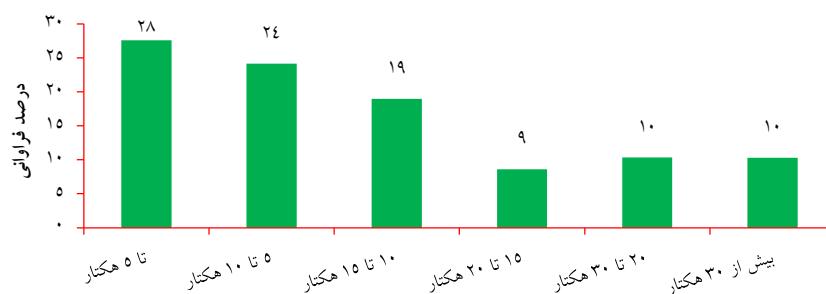
با توجه به جدول (۱) کلیه عوامل محدودکننده عملکرد مشخص گردیده و سهم هر کدام نیز معلوم شد. بر این اساس بزرگ‌ترین عوامل محدودکننده رسیدن به پتانسیل عملکرد (۴۱۲۳ کیلوگرم در هکتار) شامل مساحت مزرعه، سخن تابستانه، زمان شخم و تهیه زمین، کود سرک نیتروژن، کود پتانسیم و تراکم علف‌های هرز می‌باشد. البته عامل زیرشکن نیز از عوامل کاهنده عملکرد بوده که به خاطر تأثیر بسیار اندک آن یعنی کمتر از دو درصد، از آن صرف‌نظر گردید. شکل (۳) نیز به خوبی سهم عوامل خلاً عملکرد را در رسیدن عملکرد متوسط کشاورزان به عملکرد قابل حصول در شرایط زاوکوه را نشان می‌دهد.

۲.۳. مساحت مزرعه

میانگین سطح کشت کلزا به ازای هر کشاورز در منطقه زاوکوه هشت هکتار محاسبه شد. در عین حال سطحی که



شکل ۳. سهم محدودیت‌های اصلی خلاً عملکرد کلزا در مزارع زاوکوه



شکل ۴. نمودار فراوانی مساحت زراعی تحت مدیریت کشاورزان زاوکوه

بزراعی کشاورزی

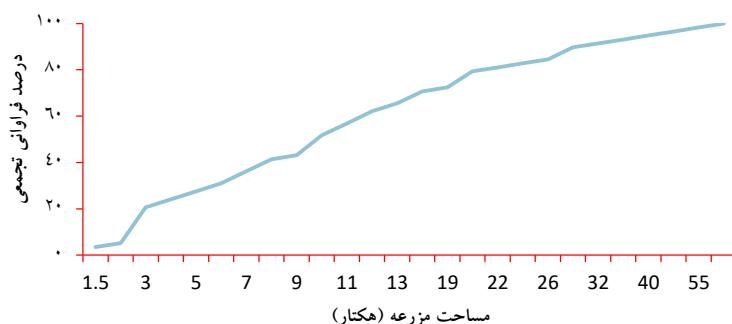
دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

زاوکوه تنها با تکیه بر بارندگی کشت شدند. در این هنگام حفظ و ذخیره رطوبت حاصل از باران نقش مؤثری در تولید محصول ایفا می‌کند. شخم تابستانه عموماً با انجام ریپر و بدون عملیات برگردان کردن خاک و تنها در جهت ایجاد شیار در اعماق خاک، علاوه بر نرم کردن خاک زیرین در افزایش نفوذ آب باران مؤثر است. اجرای شخم تابستانه که بیشتر به منظور ذخیره رطوبت و بارندگی‌های تابستان با استفاده از ادوات ساقه ضخیم هم‌چون گاوآهن قلمی صورت می‌گیرد. اجرای این عملیات در بین کشاورزان منطقه چندان مرسوم نیست. شکل (۶) نشان می‌دهد که ۹۰ درصد کشاورزان از انجام شخم تابستانه غافل بوده‌اند و مزارع خود را در تابستان بدون عملیات خاصی در آیش باقی می‌گذارند. تنها ۱۰ درصد زارعین در تابستان اقدام به انجام شیار در زمین خود نموده‌اند (شکل (۶)).

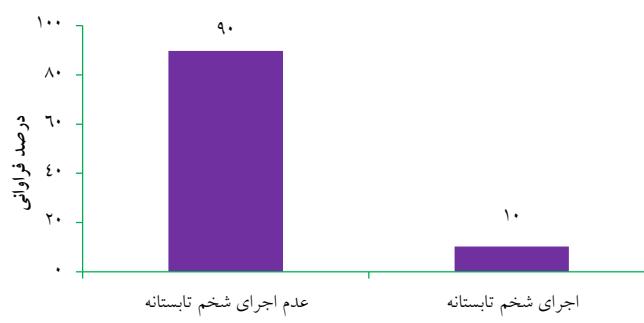
در این مطالعه ۲۱ درصد از خلاً عملکرد مربوط به مساحت تحت مدیریت کشاورز بود. به‌نظر می‌رسد با بزرگ‌ترشدن سطح مزارع، امکانات و توانایی کشاورزان در اداره مزرعه ارتقا یافته است. Hosseini & Haji (2012) در مطالعه خود اثر مساحت مزرعه را بر عملکرد کلزا معنی‌داری دار گزارش کردند. Smith *et al.* (2013) رابطه معنی‌داری بین روش‌های تهیه زمین و مساحت مزرعه کلزا پیدا کردند. براساس نتایج این پژوهش‌گران بزرگی سطح مزرعه در انتخاب روش انجام خاک‌ورزی توسط کشاورزان اثرگذار بوده و از این طریق عملکرد کلزا هم تحت تأثیر قرار گرفته است.

۳.۳. شخم تابستانه

عدم اجرای شخم تابستانه عامل ۱۵ درصد از خلاً عملکرد کلزا در منطقه زاوکوه بود (جدول ۱). اراضی کلزاکاری



شکل ۵. نمودار درصد فراوانی تجمعی مساحت زراعی تحت مدیریت کشاورزان زاوکوه



شکل ۶. نمودار فراوانی اجرای شخم تابستانه

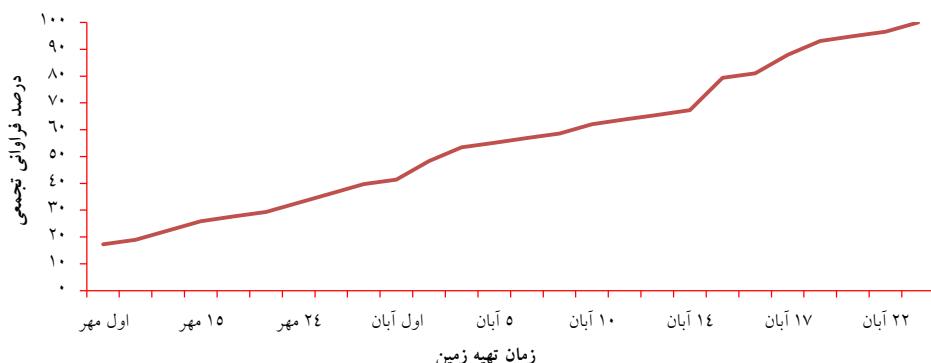
اثرگذار باشد. در بررسی حاضر ۱۴/۷ درصد از خلاً عملکرد کلزا مربوط به تأخیر در انجام عملیات تهیه زمین بود. اجرای زودتر شخم با ذخیره بیشتر رطوبت باران، شرایط بهتری برای جوانهزنی و رشد فراهم می‌کند و امکان کاشت زودتر فراهم می‌شود. در بررسی دیگری عامل زمان شخم مسئول حدود ۱۰ درصد از خلاً عملکرد مزارع کلزا در گالیکش بود (Abravan *et al.*, 2016). در منطقه زاوکوه محدوده زمان تهیه زمین در پاییز بین ابتدای مهرماه تا دهه سوم آبان‌ماه قرار داشت و نیمی از کشاورزان تا اوایل آبان‌ماه عملیات شخم را به اتمام رساندند (شکل ۷).

۳.۵. کود سرک نیتروژن تا قبل از شروع ساقه روی
با توجه به نتایج به دست آمده در جدول (۱) عامل ۱۴/۶ درصد از خلاً عملکرد کلزا در زاوکوه مربوط به کاربرد کود نیتروژن تا قبل از شروع ساقه روی بود. این در حالی است که ۸۰ درصد کشاورزان در مرحله پایه یا قبل از کاشت از کود نیتروژن استفاده نکردند، ۳۵ درصد آنها تا مرحله شروع ساقه روی حداقل ۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مصرف نمودند (شکل ۸). کودهای مورداستفاده توسط کشاورزان برای تأمین نیتروژن عموماً اوره بوده و به ندرت از سولفات آمونیوم در کنار اوره استفاده شده است.

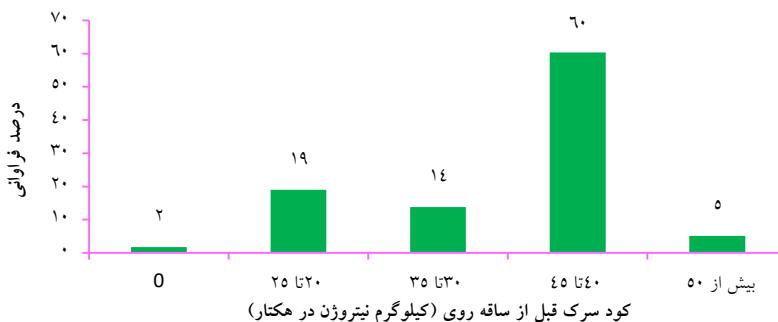
اجرای شخم تابستانه جهت حفظ رطوبت و ذخیره بارش‌های تابستانه تأثیر مثبتی بر عملکرد در مزارع زاوکوه داشت به طوری که عدم اجرای آن باعث ۱۵ درصد از خلاً عملکرد شد (جدول ۱). پیش از این نیز گزارش شده بود که انجام شخم تابستانه قبل از کشت دیم کلزا حدود نه درصد باعث افزایش عملکرد کلزا شده است (Abravan *et al.*, 2016). عامل دیگری که انجام شخم تابستانه را مفید کرد، کاهش عملیات خاک‌ورزی در پاییز بود. به این ترتیب در پاییز شخم کمتر و همچنین کشت زودتر انجام شد و هدررفت آب باران کمتر بود. عامل دیگری که می‌تواند اثر مثبت شخم تابستانه را توجیه کند نرم کردن لایه‌های زیرین خاک به منظور نفوذ بهتر ریشه است. Lisson *et al.* (2007) طی بررسی خود گزارش کردند مزارعی که دارای محدودیت‌های معنی‌داری در خاک محدوده نفوذ ریشه هستند، ۱۰ تا ۵۰ درصد کمتر از پتانسیل عملکرد محصول تولید می‌کنند.

۳. تهیه زمین

تهیه زمین یکی از مهم‌ترین موارد مدیریتی است که اجرای مطلوب آن تأثیر بسزایی در بهبود عملکرد محصول دارد. جدا از نحوه انجام شخم و ادوات و ماشین‌آلات به کاررفته، زمان اجرای شخم می‌تواند بر تولید محصول

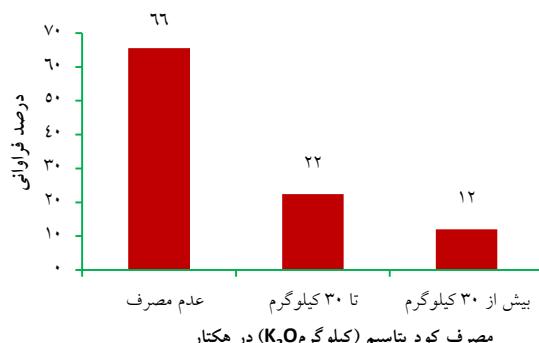


شکل ۷. نمودار فرآوندی تجمعی زمان تهیه زمین و شخم مزارع برای کشت کلزا در زاوکوه



شکل ۸. نمودار فراوانی مصرف کود سرک نیتروژن تا قبل از شروع ساقه روی

کودهای پتاسیمی نشان ندادند. به طوری که ۶۶ درصد کشاورزان یا به عبارتی ۳۸ نفر هیچ‌گونه مصرف پتاسیم در مزرعه کلزا خود نداشتند (شکل ۹).



شکل ۹. نمودار درصد فراوانی کاربرد کود پتاسیم در مزارع کلزا زاوکوه

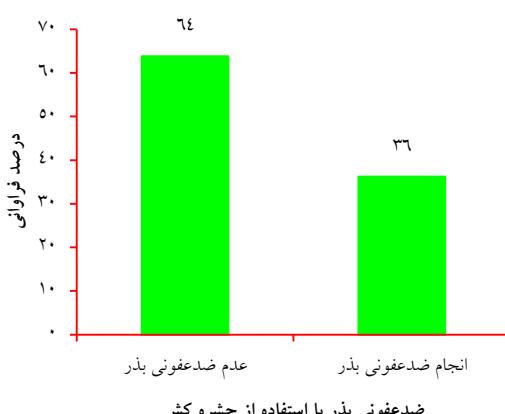
در مطالعه‌ای تأثیر کاربرد پتاسیم بر عملکرد رقم اکاپی معلوم شد که بین مصرف صفر و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم، افزایش عملکرد تا بیش از دو تن قابل دستیابی است (Yarnia & Piroozkhah, 2011). پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای کلزا است که مقاومت آن را نسبت به امراض، سرما و خشکی بیشتر می‌کند. کلزا برای تولید هر تن دانه به حدود ۲۵ کیلوگرم پتاسیم قابل جذب نیاز دارد و بیشترین مقدار جذب در مرحله طویل شدن ساقه اتفاق می‌افتد (Azizi et al., 1999).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر تغذیه‌ای است و در مقایسه با غلات، کلزا نیاز به مقادیر بالاتری از عناصر غذایی و نیتروژن دارد. کاربرد نیتروژن اثرات متعددی بر شاخص‌های عملکرد کلزا دارد. تعداد شاخه در بوته، تعداد خورجین در بوته، ارتفاع و عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر نیتروژن افزایش می‌یابند (Ahmad et al., 2007). مقادیر بالای کود نیتروژن گسترش سطح برگ را می‌افزاید، دوام سطح برگ تا بعد از گلدهی را بهبود می‌بخشد و در افزایش تعداد شاخه، تعداد خورجین و میزان آسمیلاسیون نقش دارد (Ahmad et al., 2011). Cheema et al. (2011) نشان دادند که بالاترین عملکرد با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن بدست می‌آید و اشاره شد که واکنش کلزا به افزایش میزان نیتروژن بسته به متغیرهای محیطی، آب و هوای و تیپ خاک متفاوت است.

۶.۳. کود پتاسیم

عنصر پتاسیم نیز یکی از ضرایب معادله تولید را در منطقه زاوکوه به خود اختصاص داد. خلاصه عملکرد ایجاد شده توسط این عنصر غذایی ۱۴ درصد بود (جدول ۱). به این ترتیب با افزایش مصرف این عنصر توسط کودهای شیمیایی و یا سایر منابع، می‌توان انتظار داشت که میزان عملکرد کلزا در منطقه مورد مطالعه تا ۱۴ درصد افزایش پیدا نماید. کشاورزان زاوکوه رغبت چندانی در استفاده از

درصد از خلاً عملکرد بود (جدول ۱). استفاده از حشره‌کش‌های کروزr و گائوچو برای کنترل آفات اول فصل به خصوص کک نباتی است. کک نباتی یکی از مهم‌ترین آفات کلزا بوده که هر ساله مقدار زیادی از سطح سبز کلزا را از بین می‌برد. Elliott *et al.* (2008) نشان داد که ضدغونی بذر می‌تواند خسارت کک نباتی را در کلزا تا ۶۴ درصد کاهش دهد. همین پژوهش‌گر نشان داد که با این کاهش درصد خسارت، استقرار گیاه تا ۷۵ درصد بهبود یافته و در پی آن عملکرد نیز دو برابر شد. همان‌طورکه در شکل (۱۰) مشخص است ۶۴ درصد کشاورزان بذر خریداری شده خود را با حشره‌کش ضدغونی نکرده‌اند. درحالی‌که انجام ضدغونی بذر با کنترل آفات اول فصل بخشی از محدودیت در رسیدن عملکرد به سطوح بالاتر را از بین برده است و با انجام آن تا هشت درصد به عملکرد افزوده خواهد شد.



شکل ۱۰. نمودار فراوانی انجام ضدغونی بذر کلزا با حشره‌کش

۴. نتیجه‌گیری
نتایج این مطالعه نشان داد که در منطقه زاکوه برای رسیدن به حداقل عملکرد ممکن، عوامل محدودکننده مهمی وجود دارد که این عوامل روی هم موجب

۷.۳. تراکم علف‌های هرز

تراکم علف‌های هرز در واحد سطح در مزارع کلزا زاکوه عامل ۱۰/۸ درصد خلاً عملکرد بود (جدول ۱). گونه‌های ماشک^۱، یونجه^۲، شبدرشیرین^۳، کنگرابلق^۴ و پیچک صحرایی^۵، علاوه بر خردل وحشی^۶ و شلمی^۷ در مزارع استان گلستان فراوان بوده و باعث کاهش زیاد عملکرد (2001) Bagherani & Shimi این محصول می‌گردند. Blackshaw *et al.*, (2002) نشان دادند که با ۴۰ بوته علف هرز در مترازیع عملکرد کلزا ۹۰ درصد کاهش می‌یابد. خسارت علف‌های هرز هم خانواده کلزا به عملکرد محصول با تراکم حدود هفت و چهار بوته بین ۱۱ تا ۱۶ درصد گزارش شده است.

در بررسی‌هایی که پیش از این روی اثر علف‌های هرز بر شاخص‌های عملکرد کلزا صورت‌گرفته نشان داده که رقبابت علف‌های هرز روی صفاتی چون روز از کاشت تا رسیدگی، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه و عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری دارد (Zare *et al.*, 2012). همچنین گزارش شده که رقبابت علف‌های هرز، رشد و سطح برگ را کاهش داده و تعداد گل‌ها و خورجین‌های نابارور را افزایش می‌دهد (Kordi *et al.*, 2014). تأثیر رقبابت علف‌های هرز بر ایجاد خلاً عملکرد کلزا و تأثیر عدم مصرف سومون علف‌کش در مهار علف‌های هرز نیز به عنوان عوامل ایجادکننده خلاً عملکرد کلزا گزارش شده است (Abravan *et al.*, 2016).

۸. ضدغونی بذر با حشره‌کش

عدم انجام ضدغونی بذور با حشره‌کش عامل ۸/۱

1. *Vicia spp.*
2. *Medicago sp.*
3. *Melilotus officinalis*
4. *Silybum marianum*
5. *Convolvulus arvensis*
6. *Sinapis arvensis*
7. *Rapistrum rugosum*

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسنده‌گان وجود ندارد.

۶. منابع

- Abravan, P., Soltani A., Majidian M. & Mohsenabadi, GH. (2016). Study of field management factors and underlying reasons limiting yield of oilseed rape in east of Golestan province using CPA method. *Agroecology Journal*, 7(2), 46-60. (in Persian)
- Ahmad, G., Jan A., Arif M., Jan M.T. & Khattak, R.A. (2007). Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus L.*) under rainfed conditions. *Journal of Zhejiang University Science Biology*, 8(10), 731-737. Doi: 10.1631/jzus.2007.B0731.
- Ahmad, G., Jan A., Arif M., Jan M.T. & Shah, H. (2011). Effect of nitrogen and sulfur fertilization on yield components, seed and oil yields of canola. *Journal of Plant Nutrition*, 34, 2069-2082. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.618569>.
- Azizi, M., Soltani A. & Khavari Khorasani, S. (1999). *Brassica Oilseeds: Production and utilization*. Jahad Daneshgahi Publication of Mashhad. 230 pp. (in Persian)
- Bagherani, N. & Shimi, P. (2001). Evaluation of some herbicides for weed control in oilseed rape (*Brassica napus L.*). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 8(1), 157-163.
- Banuelos, G.S., Bryla D.R. & Cook, C.G. (2002). Vegetative production of kenaf and canola under irrigation in central California. *Indian Crop Production*, 15, 237-245. DOI: 10.1016/S0926-6690(01)00119-4
- Blackshaw, R. E., Lemerle D., Mailer R. & Young, K. R. (2002). Influence of wild radish on yield and quality of canola. *Weed Science*, 50(3), 344-349. DOI: [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0344:IWROY\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0344:IWROY]2.0.CO;2)
- Brisson, N., Gary C., Justes E., Roche R., Mary B., Ripoche D., Zimmer D., Sierra J., Bertuzzi P., Burger P., Bussiere F., Cabidoche Y.M., Cellier P., Debaeke P., Gaudillere J.P., Henault C., Maraux F., Seguin B. & Sinoquet, H. (2002). An overview of the crop model STICS. *European Journal of Agronomy*, 18, 309-332. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00110-7)
- Chaudhary, R.C. (2000). Strategies for bridging the yield gap in rice: A regional perspective. In: Papadimitriou, M.K., Dent, F.J., Herath, E.M. (Eds). Bridging the rice yield gap in the Asia-Pacific region. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok, Thailand, pp: 201-214.

۴ درصد خلاً عملکرد بوده‌اند. بنابراین می‌توان با بهبود مدیریت و رفع موانع محدودکننده عملکرد انتظار داشت که میزان عملکرد زارعین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار رشد نماید. از آنجایی که زراعت کلزا در منطقه زاوکوه عموماً به صورت دیم‌کاری اداره می‌شود و در شرایط دیم‌کاری امکان مواجه‌شدن با تنفس‌های خشکی و تنفس‌های دمایی محتمل بوده، ازین‌رو روش‌های تهیه زمین و زمان انجام آنها و کشت در اولین فرصت بسیار مهم هستند. از میان عناصر غذایی نیز دو عنصر نیتروژن و پتاسیم در منطقه زاوکوه از اهمیت بالاتری در این مطالعه برخوردار بودند. براساس نتایج به دست‌آمده به نظر می‌رسد کاربرد کود نیتروژن و پتاسیم به علت پایین‌بودن درصد مواد آلی خاک در بهبود رشد اولیه کلزا در این منطقه بسیار مهم است. علف‌های هرز و آفات اول فصل از دیگر عوامل کاهنده عملکرد بوده که با ایجاد رقابت در جذب منابع تحت اختیار گیاه زراعی و کاهش تراکم بوته در نتیجه کاهش عملکرد نقش مهمی داشتند. استفاده از سموم علف‌کش جدید با کارایی بالاتر و از گروه‌های مختلف و انجام ضد عفونی بذر برای کاهش و جلوگیری از ایجاد خلاً عملکرد باید مورد توجه قرار گیرد. مهم‌ترین عامل ایجاد‌کننده خلاً عملکرد در این تحقیق اندازه و مساحت مزرعه بود. این موضوع نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه بین کشاورزان بزرگ‌مالک و خردمندک از نظر سطح امکانات و مدیریت تفاوت زیادی وجود دارد. از این‌رو با اجرای برنامه‌های آموزشی، سطح آگاهی کشاورزان خردمندک از تکنیک‌های جدید زراعی بالاتر برده شود و با پرداخت تسهیلات امکان خریداری تجهیزات جدیدتر برای آنها فراهم گردد و یا شرکت‌های خدمات مکانیزه با تجهیزات بیشتر و بهروزتر در خدمت این کشاورزان قرار گیرند.

- Cheema, M. A., Malik M. A., Hussain A., Shah S. H. & Basra, S.M.A. (2011). Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus L.*) *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186(2), 103-110. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2001.00463.x>
- De Bie, C.A.J.M. (2000). Yield gap studies through comparative performance analysis of agroecosystems. *International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC)*, Enschede. The Netherlands. 234 p.
- Egli, D.B. & Hatfield, J.L. (2015). Yield gaps and yield relationships in central U.S. soybean production systems. *Journal of Agronomy*, 106, 560-571. DOI: 10.2134/agronj2013.0364
- Elliott, R. H., Franke C. & Rakow, G.F.W. (2008). Effects of seed size and seed weight on seedling establishment, vigour and tolerance of Argentine canola (*Brassica napus*) to flea beetles, *Phyllotreta* spp. *Canadian Journal of Plant Science*, 88(1), 207-217. DOI: 10.4141/CJPS07059
- Hejarpoor, A., Soltani A. & Torabi, B. (2015). Using boundary line analysis in yield gap studies: Case study of wheat in Gorgan. *Journal of Crop Production*, 8(4), 183-201. (in Persian)
- Hejarpoor, A., Soltani A., Zeinali E., Kashiri H., Aynehband A. & Nazeri, M. (2017). Evaluation of wheat (*Triticum aestivum L.*) yield gap in Golestan province of Iran using comparative performance analysis (CPA) method. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(2), 86-101. (in Persian)
- Hosseini, S.J.F. & Haji Maleki, H. (2012). The Role of Social Factors in Production of Canola in Qazvin Province. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 2(2), 17-20. (in Persian)
- Kordi, N., Mehraban A. & Piri, I. (2014). Effect of planting pattern and cultivar on some quantitative characteristics of canola. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3(7), 750-753. (in Persian)
- Lisson, S. N., Kirkegaard J. A., Robertson M. J. & Zwart, A. (2007). What is limiting canola yield in southern New South Wales? A diagnosis of causal factors. *Animal Production Science*, 47(12), 1435-1445. DOI: 10.1071/EA07041.
- Meghdadi, N., Soltani A., Kamkar B. & Hejarpoor, A. (2016). Agroecological zoning of Zanjan province for estimating yield potential and yield gap in dryland-base chickpea production systems. *Journal of Plant Production Research*, 21(3), 27-49. (in Persian)
- Nehbandani, A., Soltani A., Zeinali E. & Hoseini, F. (2016). Analyzing soybean yield constraints in Gorgan and Aliabad katul using CPA method. *Agroecology Journal*, 7(1), 109-123. (in Persian)
- Rezaei, A. & Soltani, A. (1998). *An introduction to Applied Regression Analysis*, 4th ed. Isfahan University of Technology. Esfahan, Iran. (in Persian)
- Smith, E. G., Carew R. & Warner, K. (2013). Decision Making among Canola Growers in the Prairie Provinces: The Impact of Farm and Grower Characteristics. *Annual Meeting, August 4-6, Washington, D.C. from Agricultural and Applied Economics Association Contact information at EDIRC. (No. 149834)*. Agricultural and Applied Economics Association.
- Soltani, A. (2009). *Crop Production Ecology*. Department of Agronomy (Course notes) Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. (in Persian)
- Soltani, A. (2007). *Application of SAS in statistical analysis*. Mashhad Jahad Daneshgahi Press, Mashhad, Iran. (in Persian)
- Yarnia, M. & Piroozkhah, S. (2011). Effect of potassium levels on tolerance to drought stress in rapeseed. *Regional Eco physiological conference of crops*, Shoushtar, Islamic Azad University, Shoushtar Branch. https://www.civilica.com/Paper-SHOUSHTARECO01-SHOUSHTARECO01_050.html. (in Persian)
- Zare, M., Bazrafshan F. & Mostafavi, K. (2012). Competition of rapeseed (*Brassica napus L.*) cultivars with weeds. *African Journal of Biotechnology*, 11(16), 1378-1385. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.1909AJOL> African Journals Online.